

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP05/001285

International filing date: 09 February 2005 (09.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE
Number: 10 2004 007 036.9
Filing date: 12 February 2004 (12.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 29 April 2005 (29.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 10 2004 007 036.9

Anmeldetag: 12. Februar 2004

Anmelder/Inhaber: DaimlerChrysler AG,
70567 Stuttgart/DE

Bezeichnung: Verfahren zur Bearbeitung von Werkstück-
Oberflächen

IPC: B 24 C, F 02 F, F 01 M

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 31. März 2005
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Stark

DaimlerChrysler AG

Dr. Rauscher

10.02.2004

Verfahren zur Bearbeitung von Werkstück-Oberflächen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bearbeitung von Werkstück-Oberflächen, die im Einsatz des Werkstücks mit Schmiermittel zu versorgen sind.

Ein gattungsgemäßes Verfahren ist aus der DE 43 16 012 C2 bekannt. Dabei werden mittels Laserstrahlen vorzugsweise kreuzförmig zueinander verlaufende Vertiefungen in die Werkstück-Oberfläche eingebracht. Insbesondere bei der Anwendung dieses Verfahrens bei Zylinderlauflächen ist jedoch nachteilig, dass das Schmiermittel während der Bewegung des Kolbens nicht in den Vertiefungen verbleibt, sondern durch die Kolbenringe aus denselben herausgeschoben wird, insbesondere weil sämtliche Vertiefungen der Werkstück-Oberfläche miteinander kommunizieren. Dies führt dazu, dass sich das Schmiermittel meist nicht an dem Ort befindet, an dem es zur Schmierung erforderlich ist, was bei der genannten Anwendung zu einem höheren Ölverbrauch und somit zu schlechteren Emissionswerten führt. Ein weiterer Nachteil des bekannten Verfahrens sind dessen relativ hohe Kosten sowie die erforderliche Nacharbeit.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Bearbeitung von Werkstück-Oberflächen, die im Einsatz des Werkstücks mit Schmiermittel zu versorgen sind, zu schaffen, durch welches eine optimale Versorgung der Werkstück-Oberfläche mit Schmiermittel gewährleistet werden kann.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die in Anspruch 1 genannten Merkmale gelöst.

Durch das erfindungsgemäße Einbringen von Kapillaren mittels Hochdruckwasserstrahlen in die Werkstück-Oberfläche ergeben sich in derselben einzelne Vertiefungen, in welche der Schmierstoff eindringen kann, ohne bei einer Relativbewegung, an der das Werkstück beteiligt ist, aus denselben befördert zu werden. Bei den Kapillaren handelt es sich nämlich um nicht miteinander kommunizierende Vertiefungen, so dass stets ein gewisser Betrag an Schmierstoff in denselben verbleibt. So bilden sich Mikrodruckkammer aus, welche sich unter tribologisch Beanspruchung reibleistungs- und verschleißminimierend auswirken.

Die Kapillaren, die durch das Hochdruckwasserstrahlen entstehen können beispielsweise in Form von plastischen Deformationen im Stahlgefüge oder in Form von herausgelösten Graphitlamellen auftreten.

Die Verwendung von Hochdruckwasserstrahlen ist prinzipiell aus der DE 101 53 305 A1 zum Aufrauen von Oberflächen bekannt um es handelt sich dabei um ein kostengünstiges und prozesssicheres Verfahren.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren lassen sich die Kapillare vorteilhafterweise jeweils in den Bereichen der zu bearbeitenden Werkstück-Oberfläche anbringen, an denen eine Schmierstoffversorgung erforderlich ist, wohingegen der restliche Teil, insbesondere zwischen einem oberen und unteren Totpunkt, der Fläche mit einer möglichst geringen Rautiefe ausgeführt werden kann. Aufgrund der dort vorherrschenden hohen Kolbengeschwindigkeit erfolgt auch mit einer geringeren Schmierstoffmenge eine hydrodynamische Schmierung.

Wenn in einer vorteilhaften Weiterbildung als zu bearbeiten- des Werkstück eine Zylinderlaufbuchse einer Brennkraftmaschi-

ne verwendet wird, können durch die erfindungsgemäße Optimierung der tribologischen Eigenschaften der Zylinderlaufläche Reibung und Verschleiß sowie Ölverbrauch und Emissionen der Brennkraftmaschine verringert werden.

Wenn in diesem Zusammenhang vorgesehen ist, dass die Kapillare in einem Bereich unmittelbar unterhalb eines oberen Totpunkts eines sich relativ zu der Zylinderlaufläche bewegendem Kolben eingebracht werden, so ergibt sich eine besonders gute Versorgung desjenigen Bereichs mit Schmiermittel, der während des Betriebs der Brennkraftmaschine der größten Belastung, insbesondere der größten thermischen Belastung, ausgesetzt ist, wohingegen der mittlere Bereich der Zylinderlaufläche nicht bearbeitet werden muss und daher einen Schmierfilm mit geringerer Höhe aufweist, was den Ölverbrauch der Brennkraftmaschine erheblich reduzieren kann.

Des Weiteren kann vorgesehen sein, dass die Kapillare in einem Bereich unmittelbar oberhalb eines unteren Totpunkts eines sich relativ zu der Zylinderlaufläche bewegendem Kolben eingebracht werden. Für diese Maßnahme gilt im Prinzip das bezüglich des oberen Totpunkts Ausgesagte mit dem Unterschied, dass der Bereich des unteren Totpunkts weniger stark thermisch belastet ist.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den restlichen Unteransprüchen. Nachfolgend ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung prinzipmäßig dargestellt.

Dabei zeigen:

Fig. 1 eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 2 eine mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens bearbeitete Zylinderlaufläche;

Fig. 3 eine Ansicht der Zylinderlauffläche gemäß dem Pfeil III aus Fig. 2; und

Fig. 4 den Verlauf der Dicke des Schmierfilms zwischen dem oberen Totpunkt und dem unteren Totpunkt eines sich gegenüber der Zylinderlauffläche bewegend Kolbens.

Fig. 1 zeigt in sehr schematischer Darstellung eine Brennkraftmaschine 1 mit einem Kurbelgehäuse 2, in dem in an sich bekannter Weise eine ein zu bearbeitendes Werkstück 3 bildende Zylinderlaufbuchse 3a angeordnet ist. Von dem Werkstück 3 soll dessen Werkstück-Oberfläche 4, in vorliegenden Fall also die Zylinderlauffläche 4a, bearbeitet werden, und zwar um während des Einsatzes der Zylinderlaufbuchse 3a deren Versorgung mit Schmiermittel, beispielsweise Öl, zu verbessern.

Hierzu wird in das Werkstück 3, im vorliegenden Fall also in die Bohrung der Zylinderlaufbuchse 3a, eine Vorrichtung 5 eingefahren, welche eine Lanze 6 aufweist, welche mit mehreren Hochdruckdüsen 7 versehen ist. Vorzugsweise sind um den Umfang der Lanze 6 eine bis acht Hochdruckdüsen 7 angeordnet, über welche Hochdruckwasserstrahlen 8 in Richtung des Werkstücks 3 abgegeben werden. Insbesondere bei andersartigen Werkstücken 3 wäre auch eine noch größere Anzahl an Hochdruckdüsen 7 denkbar, die gegebenenfalls auch in mehreren Ebenen angeordnet sein könnten.

Da die Hochdruckwasserstrahlen 8 je nach Material des Werkstücks 3 mit einem Druck von 1.800 bis 3.200 bar abgegeben werden, entfernen sie Teile des Materials aus dem Werkstück 3, so dass in die Werkstück-Oberfläche 4 eine Mikrostruktur in Form von einzelnen Kapillaren 9 eingebracht werden, auf deren Form und Dimensionierung zu einem späteren Zeitpunkt näher eingegangen wird.

Wie dargestellt werden die Hochdruckwasserstrahlen 8 vorzugsweise in einer horizontalen Ebene, also 90° zur Längsachse der Lanze 6 kontinuierlich ausgegeben. Während der Bearbeitung wird die Lanze 6 mit 10 bis 1.000 U/min, insbesondere 100 bis 500 U/min rotiert. Des weiteren haben sich in der Praxis bei der Verwendung von Aluminium oder einer Aluminiumlegierung des Werkstücks 3 folgende Parameter als praktikabel erwiesen: ein Druck der Hochdruckwasserstrahlen 8 von 2.800 bis 3.200 bar bei einem Wasserdurchfluss von 10 bis 20 l/min oder alternativ ein Druck der Hochdruckwasserstrahlen 8 von 1.800 bis 2.200 bar bei einem Wasserdurchfluss von 25 bis 45 l/min, ein Vorschub der Lanze 6 von 5 bis 12 mm/min und ein Abstand der Hochdruckdüsen 7 von der Werkstück-Oberfläche 4 von 10 bis 15 mm.

Wenn als Grundwerkstoff des Werkstücks 3 Grauguss, eine Graugusslegierung oder Stahl verwendet wird, so kann ebenfalls ein Druck der Hochdruckwasserstrahlen 8 von 2.800 bis 3.200 bar bei einer Wasserdurchflussmenge von 10 bis 20 l/min oder ein Druck der Hochdruckwasserstrahlen 8 von 1.800 bis 2.200 bar bei einem Wasserdurchfluss von 25 bis 45 l/min angewandt werden. Im Gegensatz zu Aluminium sollte der Vorschub der Lanze 6 allerdings lediglich 0,5 bis 5 mm/min betragen, wobei der Abstand der Hochdruckdüsen 7 von der Werkstück-Oberfläche 4 ebenfalls 10 bis 15 mm betragen kann.

Die Figuren 2 und 3 zeigen die mittels der Hochdruckwasserstrahlen 8 bearbeitete Zylinderlaufbuchse 3a und Beispiele für die Form der eingebrachten Kapillaren 9. Vorzugsweise weisen die gemäß einer stochastischen Verteilung angeordneten Kapillare 9 ein Verhältnis ihrer Breite b zu ihrer Tiefe t im Bereich von 1:2 bis 1:10 auf. Wenn als Material für das Werkstück 3 eine Aluminiumlegierung verwendet wird, so beträgt ihr Durchmesser bzw. ihre Breite b 10 bis 20 μm und ihre Tiefe t liegt im Mittel bei ca. 60 μm . Demgegenüber liegt der Durchmesser bzw. die Breite b der Kapillare 9 in einem Bereich von 40 bis 60 μm und die Tiefe t im Mittel bei ca. 120

μm , wenn Grauguss oder Stahl als Material für das Werkstück 3 verwendet werden. Durch die oben genannten Parameter kann die Form und Größe der Kapillare 9 in einem gewissen Maß beeinflusst werden. Die Kapillare 9 können beispielsweise in Form von Kanälen, Bohrungen oder muldenförmigen Vertiefungen in die Werkstück-Oberfläche 4 eingebracht werden. In der Ansicht gemäß Fig. 3 ist zu erkennen, dass die Kapillare 9 unabhängig von ihrer Form jeweils nicht miteinander verbunden sind.

Gerade bei der Bearbeitung von Zylinderlauflächen 4a bietet es sich an, die Kapillare 9 in einem Bereich unmittelbar unterhalb eines oberen Totpunkts OT eines sich relativ zu der Zylinderlaufläche 4a bewegenden Kolbens 10 und in einem Bereich unmittelbar oberhalb eines unteren Totpunkts UT des Kolbens 10 einzubringen. Der Bereich, in dem die Kapillare 9 eingebracht sind, kann beispielsweise jeweils 10 bis 15 % der Distanz zwischen dem oberen Totpunkt OT und dem unteren Totpunkt UT betragen. Auf diese Weise verbleibt beim Einsatz der Zylinderlaufbuchse 3a das Schmiermittel, vorzugsweise Öl, insbesondere im Bereich der Umkehrpunkte des Kolbens 10, so dass gerade in diesen sowohl mechanisch als auch thermisch stark belasteten Bereichen eine verbesserte Schmierstoffversorgung gegeben ist, was zu einem geringeren Ölverbrauch und somit auch zu geringeren Emissionen der Brennkraftmaschine 1 beiträgt. Dadurch, dass die Kapillare 9 unabhängig von ihrer Form jeweils nicht miteinander verbunden sind, kann der Kolben 10 das Schmiermittel nicht zwischen den Kapillaren 9 verteilen, sodass die Kapillare 9 in idealer Weise als Schmierstofftaschen bzw. Schmierstoffreservoirs dienen und so gemeinsam mit dem tribologischen Partner, in diesem Fall dem Kolben 10, ein Druckpolster bilden können. Dies gewährleistet eine gleichmäßige Verteilung des Schmiermittels in den fraglichen Bereichen.

Dies ist auch in dem Diagramm gemäß Fig. 4 zu erkennen, in dem die Schmierstoffverteilung, also der Verlauf der Dicke des Schmierfilms, über den Weg des Kolbens 10 zwischen dem

unteren Totpunkt UT und dem oberen Totpunkt OT der Zylinderlauffläche 4a gegeben ist. Dabei zeigt die gestrichelte Linie die Verteilung gemäß dem Stand der Technik, wo zu erkennen ist, dass sich im mittleren Bereich die größte Schmiermittelmenge befindet, wohingegen an den beiden Totpunkten OT und UT sehr wenig Schmiermittel vorhanden ist. Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird jedoch, wie die durchgezogene Linie zeigt, gerade im Bereich der beiden Totpunkte OT und UT eine gute Schmiermittelversorgung erreicht.

Statt bei der Zylinderlauffläche 4a kann das beschriebene Verfahren beispielsweise auch bei Nockenwellen- oder Kurbelwellenlagern oder bei sonstigen Werkstück-Oberflächen 4 angewendet werden, die im Einsatz des Werkstücks 3 mit Schmiermittel versorgt werden müssen.

DaimlerChrysler AG

Dr. Rauscher

10.02.2004

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bearbeitung von Werkstück-Oberflächen, die beim Einsatz des Werkstücks mit Schmiermittel zu versorgen sind,
dadurch gekennzeichnet,
dass mittels Hochdruckwasserstrahlen (8) Kapillare (9) in die Werkstück-Oberfläche (4) eingebracht werden, welche beim Einsatz des Werkstücks (3) als Schmierstoffreservoir dienen.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass als die zu bearbeitende Werkstück-Oberfläche (4) eine Zylinderlaufläche (4a) einer Zylinderlaufbuchse (3a) einer Brennkraftmaschine (1) verwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Kapillare (9) in einem Bereich unmittelbar unterhalb eines oberen Totpunkts (OT) eines sich relativ zu der Zylinderlaufläche (4a) bewegenden Kolbens (10) eingebracht werden.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Kapillare (9) in einem Bereich unmittelbar oberhalb eines unteren Totpunkts (UT) eines sich relativ zu

der Zylinderlauffläche (4a) bewegenden Kolbens (10) eingebracht werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Kapillare (9) ein Verhältnis ihrer Breite (b) zu ihrer Tiefe (t) von 1:2 bis 1:10 aufweisen.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Kapillare (9) eine Breite (b) von 10 bis 60 μm aufweisen.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Kapillare (9) eine Tiefe (t) von 60 bis 120 μm aufweisen.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochdruckwasserstrahlen (8) durch eine mehrere Hochdruckdüsen (7) aufweisende Lanze (6) abgegeben werden, wobei um den Umfang der Lanze (6) eine bis acht Hochdruckdüsen (7) angeordnet sind.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Lanze (6) mit 10 bis 1000 1/min, insbesondere 100 bis 500 1/min rotiert wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochdruckwasserstrahlen (8) mit einem Druck von 1.800 bis 3.200 bar abgegeben werden.

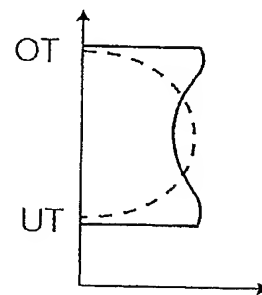
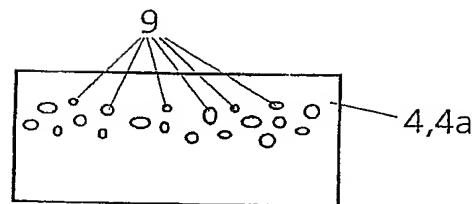
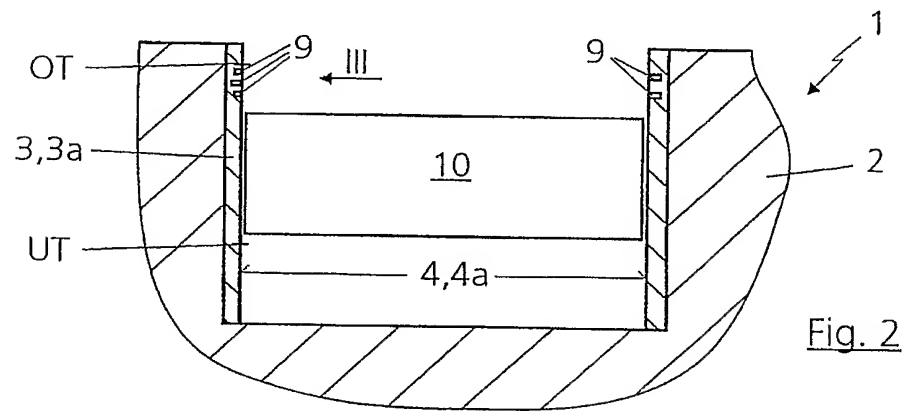
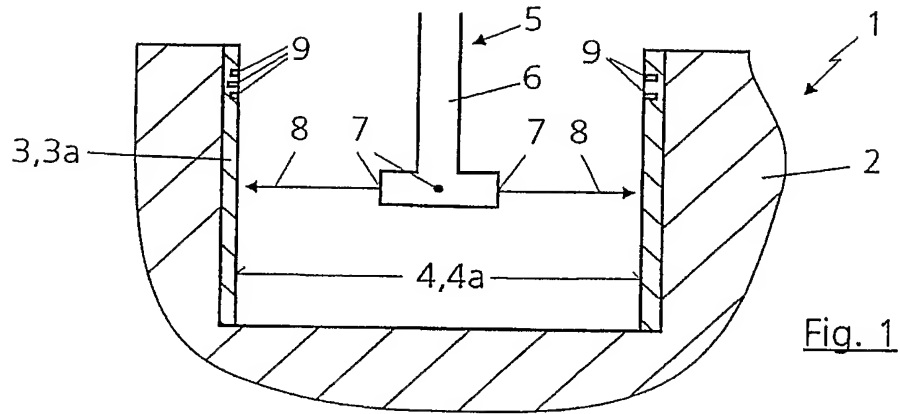


Fig. 3

Fig. 4

DaimlerChrysler AG

Dr. Rauscher

10.02.2004

Zusammenfassung

Bei einem Verfahren zur Bearbeitung von Werkstück-Oberflächen (4), die beim Einsatz des Werkstücks (3) mit Schmiermittel zu versorgen sind werden mittels Hochdruckwasserstrahlen (8) Kapillare (9) in die Werkstück-Oberfläche (4) eingebracht, welche beim Einsatz des Werkstücks (3) als Schmierstoffreservoir dienen.

(Fig. 1)

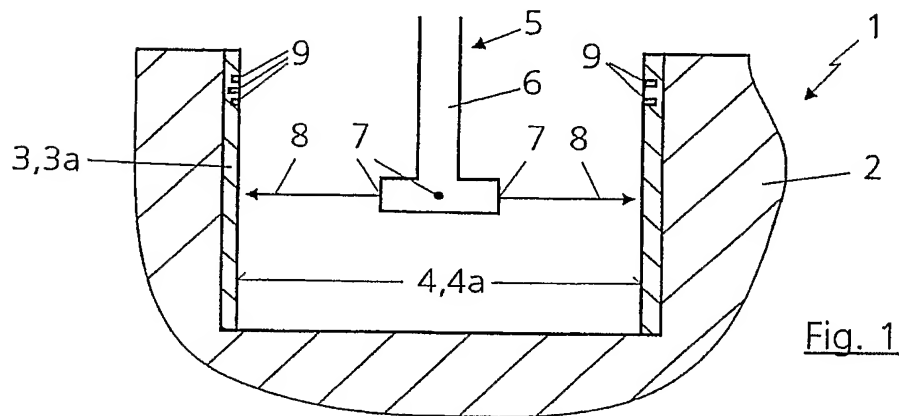


Fig. 1